

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁶ H01L 43/08	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특 1998-071112 1998년 10월 26일
(21) 출원번호	특 1998-003285	
(22) 출원일자	1998년 02월 05일	
(30) 우선권 주장	97-25601 1997년 02월 07일	일본 (JP)
(71) 출원인	알프스덴끼가부시끼가이샤	
(72) 발명자	일본 도오교도 오오따꾸 유끼따니 오오쓰까츠 1방 7고 나까자와유끼에 일본 니이가따켄 나가오까시 스미요시 1-6-12-101 사이토마사미찌 일본 니이가따켄 나가오까시 후꾸즈미 3-3-5-6에이 하세가와나오야 일본 니이가따켄 나가오까시 가와사끼 1-2650-306 마끼노아끼히로 일본 니이가따켄 나가오까시 아오바다이 2-7-11	
(74) 대리인	박해선, 조영원	

심사청구 : 있음

(54) 자기저항효과 소자의 제조방법

요약

본 발명은 적어도 자화가 외부의 자계에 대하여 자유롭게 반전하는 1 층의 프리 강자성층 (14) 과 비자성층 (13) 과 자화반전이 핀고정된 핀고정 강자성층 (12) 을 구비하는 적층체 (15) 를 형성하고, 상기 프리 강자성층 (14) 과 핀고정 강자성층 (12) 은 그들의 자화 용이축 방향을 변경하기 위하여 필요한 열처리 조건이 다른 것으로 함과 동시에 제 1 방향으로 자계를 부여하여 소정의 온도로 제 1 어닐링을 행하고, 그 후 제 1 방향과 대략 직교하는 제 2 방향으로 자계를 인가하여 제 2 어닐링을 행하여, 상기 프리 강자성층의 자화 용이축과 핀고정 강자성층의 자화 용이축을 대략 직교시키는 자기저항효과 소자의 제조방법이다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명에 따른 제조방법으로 얻어지는 자기저항효과 소자의 제 1 형태의 단면도.

도 2 는 본 발명으로 얻어지는 자기저항효과 소자의 제 2 형태의 단면도.

도 3 은 본 발명에서 실시되는 어닐링시의 인가자계의 방향을 나타내는 것으로서, 도 3(A) 는 제 1 어닐링시의 인가자계의 방향을 나타내는 도면, 도 3(B) 는 제 1 어닐링시의 인가자계의 방향을 나타내는 도면, 도 3(C) 는 각인가자계의 방향과 실시예로 얻어지는 R-H 커브를 측정할 때의 인가자계방향을 나타내는 도면.

도 4 는 실시예로 얻어진 시료의 제 1 어닐링 처리 후의 R-H 커브의 메이저 루프를 나타내는 도면.

도 5 는 실시예로 얻어진 시료의 제 1 어닐링 처리 후의 R-H 커브의 메이저 루프를 나타내는 도면.

도 6 은 실시예로 얻어진 시료의 제 2 어닐링 처리 후의 R-H 커브의 메이저 루프를 나타내는 도면.

도 7 은 실시예로 얻어진 시료의 제 2 어닐링 처리 후의 R-H 커브의 메이저 루프를 나타내는 도면.

도 8 은 종래의 자기저항효과 소자의 일례를 나타내는 구성도.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

A, B : 자기저항효과 소자 10 : 기판

11 : 반강자성층 12 : 핀고정 강자성층

- | | |
|--------------|--------------|
| 13 : 비자성층 | 14 : 프리 강자성층 |
| 15, 18 : 적층체 | 16 : 경강자성층 |
| 17 : 전극층 | 19 : 하지층 |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자기 헤드, 위치 센서, 회전 센서 등에 사용되는 자기저항효과 소자의 제조방법에 관한 것이다.

종래, 거대 자기저항효과를 이용한 자기저항효과 소자의 일례로서, 미국특허 제 5,206,590 호 공보에 개시되어 있는 자기저항효과 소자가 공지되어 있다.

이 공보에 기재된 자기저항효과 소자 (A) 는 도 8 에 나타내는 바와 같이, 비자성 기판 (1) 에 연자성체로 이루어지는 제 1 강자성층 (2) 과 비자성층 (3) 과 제 2 강자성층 (4) 과 반강자성층 (5) 을 적층하여 구성된 것으로서, 제 2 강자성층 (4) 의 자화 방향 (B) 이 반강자성층 (5) 에 의한 자기적 교환결합에 의해 고정됨과 동시에 제 1 강자성층 (2) 의 자화 방향 (C) 이 인가자계가 없을 때에 제 2 강자성층 (4) 의 자화 방향 (B) 에 대하여 직각으로 향하고 있다. 단, 이 제 1 강자성층 (2) 의 자화 방향 (C) 은 고정되지 않고 프리 상태로 되어 있기 때문에 외부자계에 의해 회전할 수 있도록 되어 있다.

도 8 에 나타내는 구조에 대하여 인가자계 (h) 를 부가하면 인가자계 (h) 의 방향에 따라 제 1 강자성층 (2) 의 자화 방향 (C) 이 선회 화살표와 같이 회전하므로, 제 1 강자성층 (2) 과 제 2 강자성층 (4) 사이에서 자화에 각도차가 생기기 때문에 저항변화가 일어나고, 이에 따라 자계검출을 할 수 있도록 된다.

도 8 에 나타내는 구조의 자기저항효과 소자 (A) 를 제조하는 경우, 반강자성층 (5) 에 의해 만들어지는 교환결합 자계의 방향을 적절한 방향으로 제어함에 있어서는 반강자성층 (5) 을 막형성하는 경우에 소망의 방향 (예컨대, 연자성체로 이루어지는 제 1 강자성층 (2) 의 자화 용이축에 직교하는 방향) 으로 자계를 인가시키는 방법, 또는 각층을 적층한 후, 블로킹 온도를 넘는 온도로 가열한 후, 연자성체로 이루어지는 제 1 강자성층 (2) 의 자화 용이축에 대하여 직교하는 방향으로 자계를 인가하면서 실온까지 급랭하는 열처리를 실시할 필요가 있다.

또한, 상기 구조의 자기저항효과 소자 (A) 에 있어서는, 이와 같은 자계중의 막형성 처리 또는 자계중의 열처리를 실시하여 각 자성층의 자기 이방성을 제어하기 위하여 제 1 강자성층 (2) 의 자화 용이축 방향과 제 2 강자성층 (4) 의 자화 용이축 방향은 동일 방향으로 일치되어 있다.

그러나, 2 개의 강자성층 (2,4) 의 자화 용이축 방향을 동일 방향으로 일치시키는 구조에서는 자화의 회전이 프리로 되어 이루어지는 제 1 강자성층 (2) 의 보자력을 작게 할 수 없어서, 결과적으로 제 1 강자성층 (2) 에서 얻어지는 자화곡선의 마이너 루프에서의 히스테리시스가 커지는 문제가 있다. 그래서 도 8 에 나타내는 종래의 구조에서는 바이어스 자계를 많이 인가하여 제 1 강자성층 (2) 의 자화의 회전을 안정화시키는 구조를 채용할 필요가 있었다.

본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 자기저항효과와 교환결합자계 등의 필요한 특성을 열화시키지 않으면서 제 1 자성층의 보자력을 낮게 할 수 있고, 출력의 향상과 안정성의 향상 및 자기저항효과 소자에 필요한 하드 바이어스의 바이어스량 저감을 도모할 수 있는 자기저항효과 소자의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명은 상기 과제를 해결하기 위하여 적어도 자화가 외부의 자계에 대하여 자유롭게 반전하는 1 층의 프리 강자성층과 비자성층과 자화반전이 핀고정된 핀고정 강자성층을 구비하는 적층체를 형성하고, 상기 프리 강자성층과 핀고정 강자성층은 그들의 자화 용이축 방향을 변경하기 위하여 필요한 열처리 조건이 다른 것으로 함과 동시에 제 1 방향으로 자계를 부여하여 소정의 온도로 제 1 어닐링을 행하고, 그 후 제 1 방향과 대략 직교하는 제 2 방향으로 자계를 인가하여 제 2 어닐링을 행하여, 상기 프리 강자성층의 자화 용이축과 핀고정 강자성층의 자화 용이축을 대략 직교시키는 것이다.

본 발명은 상기 과제를 해결하기 위하여 상기 제 2 방향의 자계를 제 1 방향의 자계보다 작은 자계, 또는 핀고정 강자성층의 교환결합자계보다 작은 자계로 하는 것을 특징으로 한다.

상기 제 1 자계를 1 k Oe ~ 4 k Oe, 상기 제 2 방향의 자계를 50 ~ 400 Oe 로 할 수 있다.

본 발명에 있어서, 상기 제 1 어닐링의 유지온도를 210 ~ 250 °C, 제 2 어닐링의 유지온도를 반강자성층의 블로킹 온도 이하 (핀고정 강자성층의 교환결합자계가 소실되는 온도) 로 할 수 있다.

그리고, 본 발명에 있어서 상기 제 2 어닐링의 유지온도를 150 ~ 250 °C 로 할 수 있다.

또한, 본 발명에 있어서 상기 프리 강자성층을 NiFe, CoFe, Co 합금 중 어느 하나로 형성하고, 상기 비자성층을 Cu, CuAu, CuNi 중 어느 하나로 형성하고, 상기 핀고정 강자성층을 NiFe, CoFe, Co 중 어느 하나로 형성하고, 상기 핀고정 강자성층을 PtMn, NiMn, IrMn, RhMn, PdMn 중 어느 하나로 이루어지는 반강자성층과 인접시켜 형성할 수 있다.

발명의 구성 및 작용

이하, 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 방법으로 제조되는 자기저항효과 소자의 한 형태를 나타내는 것으로서, 이 형태의 자기저항효과 소자 (A)는 기판 (10) 상에 반강자성층 (11)과 핀고정 강자성층 (12)과 비자성층 (13)과 프리 강자성층 (14)을 적층하여 단면 사다리꼴 형상으로 형성시킨 적층체 (15)와, 이 적층체 (15)의 양측에 형성된 하드 바이어스용 경자성층 (16, 16)과, 각 경자성층 (16) 위에 적층된 전극층 (17)을 주체로 하여 구성되어 있다.

이 형태의 구조에 있어서 경자성층 (16)은 그 단부 (16a)에 있어서 반강자성층 (11)과 핀고정 강자성층 (12)과 비자성층 (13)과 프리 강자성층 (14)의 측부를 덮어 형성되어 있는데, 각층의 관계는 도면에 나타낸 것에 한정되지 않는다.

상기 기판 (10)은 유리, Si, Al_2O_3 , TiC, SiC, Al_2O_3 와 TiC의 소결체, Zn 페라이트 등으로 대표되는 비자성 재료로 형성된다. 그리고, 기판 (10)의 상면에는 기판상면의 요철이나 기복을 제거하는 목적 또는 그 위에 적층되는 층의 결정 정합성을 양호하게 하는 등의 목적으로 Ta 등의 비자성 재료로 형성된 피복층이나 버퍼층을 적당히 형성시켜도 된다.

상기 반강자성층 (11)은 그 위에 형성되는 핀고정 강자성층 (12)에 자기적 교환 결합력을 작용시켜 핀고정 강자성층 (12)의 자화 방향을 핀고정하기 위한 것으로서, 이 반강자성층 (11)은 예컨대 PtMn, NiMn, IrMn, RhMn, PdMn, α - Fe_2O_3 등의 반강자성체로 형성된다.

상기 강자성층 (12, 14)은 모두 강자성체의 박막으로 이루어지는데, 구체적으로는 Ni-Fe 합금, Co-Fe 합금, Ni-Co 합금, Co, Ni-Fe-Co 합금 등으로 이루어진다. 또한, 강자성층 (11)을 Co 층으로, 강자성층 (14)를 Ni-Fe 합금층으로, 또는 Co 층과 Ni-Fe 합금층의 적층구조로 구성할 수도 있다. 그리고, Co 층과 Ni-Fe 합금층의 2 층 구조로 하는 경우에는 비자성층 (13) 측에 얇은 Co 층을 배치하는 구조로 할 수도 있다.

이는, 비자성층 (13)을 강자성층 (12, 14) 사이에 끼우는 구조의 거대 자기저항효과 발생기구에 있어서, Co와 Cu의 계면에서 전도전자의 스핀 의존 산란 (spin depending scattering)의 효과가 큰 점, 및 강자성층 (12, 14)을 동종의 재료로 형성하는 편이 이종의 재료로 구성하는 것보다 전도전자의 스핀 의존 산란 이외의 인자가 발생하는 가능성이 낮고, 보다 높은 자기저항효과를 얻을 수 있는 점에 기인하고 있다. 이와 같은 이유로, 강자성층 (12)을 Co로 구성한 경우에는 강자성층 (14)의 비자성층 (13)측을 소정의 두께로 Co 층을 치환한 구조가 바람직하다. 또한, Co 층을 특별히 구별하여 형성하지 않아도 강자성층 (14)의 비자성층 (13)측에 Co를 많이 함유시킨 합금구조로 하고, 비자성층 (13)의 반대측으로 향함에 따라 서서히 Co 농도가 줄어드는 농도 구배층으로 하여도 된다.

상기 비자성층 (13)은 Cu, Cr, Au, Ag 등으로 대표되는 비자성체로 이루어지고, 바람직하게는 20 ~ 40 Å의 두께로 형성되어 있다. 여기에서 비자성막 (13)의 두께가 20 Å보다 얇으면 강자성층 (12)과 강자성층 (14) 사이에서 자기적 결합이 일어나기 쉽게 된다. 또한, 비자성층 (13)이 40 Å보다 두꺼우면 자기저항효과를 발생시키는 요인인 비자성층 (13)과 강자성층 (12, 14)의 계면에서 산란되는 전도전자의 수가 저하되고, 전류의 분류효과에 의해 자기저항효과가 저감되기 때문에 바람직하지 않다.

하드 바이어스층으로서의 상기 경질 자성층 (16)을 배치함으로써, 프리 강자성층 (14)에 종 바이어스가 인가되고, 프리 강자성층 (14)이 단자구화 (單磁區化)된다. 그 결과, 자기매체로부터의 누설자계의 경출시에 노이즈 (바크하우스젠 (Barkhausen) 노이즈)의 발생을 억제할 수 있다. 상기 경자성층 (16)은 보자력이 큰 강자성체막, 예컨대 Co-Pt 합금, Co-Cr-Pt 합금으로 이루어지는 것이 바람직하다.

이하, 상기 구조의 자기저항효과 소자 (A)의 제조방법에 대하여 설명한다.

도 1에 나타내는 구조의 자기저항효과 소자 (A)를 제조하기 위해서는 기판 (10) 상에 반강자성층 (11)과 핀고정 강자성층 (12)과 비자성층 (13)과 프리 강자성층 (14)을 적층하고, 이어서 이것들에 후술하는 조건으로 열처리를 실시하고, 그 후에 이것들을 패터닝기술을 이용하여 트랙 폭에 상당하는 폭을 가지는 단면 사다리꼴 형상의 적층체 (15)로 가공하고, 그리고 적층체 (15)의 양측에 반강자성층 (16)과 전극층 (17)을 적층함으로써 제조한다.

상기 각층을 기판 (10) 상에 형성하기 위해서는 범용의 기술, 예컨대 스퍼터나 증착 등의 박막형성장치를 사용하여 합금박막 등으로 제조하여 형성할 수 있다. 예컨대 막형성장치로서, 고주파 2극 스퍼터 장치, DC 스퍼터, 마그네트론 스퍼터, 3극 스퍼터, 이온 비임 스퍼터, 대향 타깃식 스퍼터 등을 이용할 수 있다. 또한, 스퍼터 타깃으로서 Co 또는 Ni-Fe-Co 합금 타깃상에 첨가원소의 침을 배치한 복합 타깃 등을 사용할 수 있다.

상기 각층을 막형성한 후, 도 3(A)에 나타내는 바와 같이 핀고정 강자성층 (12)과 비자성층 (13)과 프리 강자성층 (14)을 평면으로 본 경우에 화살표 (a) 방향으로 1 ~ 4 k Oe, 예컨대 2 k Oe의 자계를 인가하면서 210 ~ 250 °C, 예컨대 230 °C에서 수시간, 예컨대 4시간 유지한 후 서냉하는 어닐링 처리를 실시한다.

그리고, 본 발명에 있어서 210 ~ 250 °C란 210 °C 이상 250 °C 이하를 의미하고, 「~」로 표시하는 수치범위의 상한 하한은 모두 「이상」 및 「이하」로 규정되는 것으로 한다.

여기에서 가열온도를 210 °C 이상으로 하는 것은 핀고정 강자성층 (12)과 PtMn의 반강자성층 (11)과의 교환결합을 충분히 열기 위한 것으로, 상한을 250 °C로 한 것은 이보다 높은 온도에서는 비자성층 (13) 계면의 열적 데미지에 의해 ΔMR이 감소하기 때문이다.

상기 열처리에 의해 핀고정 강자성층 (12) 과 프리 강자성층 (14) 의 자화 용이축 방향은 모두 a_1 방향으로 된다.

이어서, 도 3(B) 에 나타내는 바와 같이 핀고정 강자성층 (12) 과 비자성층 (13) 과 프리 강자성층 (14) 을 평면으로 본 경우에 화살표 (b) 방향 (상기 a 방향과 직교하는 방향) 으로 50 ~ 400 Oe, 예컨대 100 Oe 의 자계를 인가하면서 블로킹 온도 이하인 150 ~ 250 °C, 더욱 바람직하게는 180 ~ 220 °C, 예컨대 200 °C 에서 수시간, 예컨대 2 시간 유지한 후 냉각하는 어닐링 처리를 실시한다. 여기서 상한을 250 °C 로 한 것은, 이보다 높은 온도에서는 반강자성층 (11) 의 블로킹 온도 (핀고정 강자성층의 교환결합자계가 소실되는 온도) 에 근접하여 H_{ex} (핀고정 강자성층의 보자력) 이 소실될 우려가 있음과 동시에, ΔMR (자기저항효과) 도 저하되기 때문이다.

상기 자계의 강도와 열처리에 의해 핀고정 강자성층 (12) 의 자화 용이축 방향은 a_1 방향에서 변화하지 않지만, 프리 강자성층 (14) 의 자화 용이축 방향을 b_1 방향으로 변화시킬 수 있다.

이상과 같이 2 단계의 자계중 열처리를 하여 제조된 자기저항효과 소자 (A) 는 외부자계가 0 인 상태에서는 도 1 에 나타내는 바와 같이 비자성층 (11) 을 사이에 두고 상하로 인접하는 강자성층 (12, 14) 의 각각의 자화의 방향이 직교하는 방향으로 되는데, 이 자기저항효과 소자 (A) 에 도 1 에 나타내는 Z 방향으로 자기매체로부터의 누설자계가 작용하면 프리 강자성층 (14) 의 자화의 방향이 회전하여 이동하도록 된다. 이 때에 자화의 회전에 따라 저항이 변화하므로, 이 저항변화를 검출함으로써, 역으로 자계가 작용하였는지 아닌지를 검출할 수 있다.

그리고, 상기 구조에 있어서는 핀고정 강자성층 (12) 의 자화 용이축 방향을 도 3(A) 의 a_1 방향, 프리 강자성층 (14) 의 자화 용이축 방향을 도 3(B) 의 b_1 방향과 서로 직교시키고 있으므로, 높은 자기저항효과를 유지한 상태로 자기매체로부터의 누설자계, 도 1 의 Z 방향의 프리 강자성층 (14) 의 보자력을 작게 할 수 있다. 따라서, 하드 바이어스 구조에 의해 인가하는 바이어스를 종래의 구조보다 얇게 인가할 수 있도록 되고, 출력의 향상효과를 얻을 수 있음과 동시에 안정성의 향상효과를 얻을 수 있다.

또한, 본 발명의 제조방법은 도 2 에 나타내는 자기저항효과 소자 (B) 에도 적용할 수 있다. 도 2 에 나타내는 자기저항효과 소자 (B) 는 기판상에 Ta 등으로 이루어지는 하지층 (19) 과 프리 강자성층 (14) 과 비자성층 (13) 과 핀고정 강자성층 (12) 과 반강자성층 (11) 을 차례로 적층한 단면 사다리꼴 형상의 적층체 (18) 와 이 적층체 (18) 의 양측에 형성된 하드 바이어스용 강자성층 (16, 16) 과 각경자성층 (16) 상에 적층된 전극층 (17) 을 주체로 하여 구성되어 있다. 그리고, 도 2 에서는 결정배향을 조절하기 위하여 기판상에 Ta 등의 비자성 재료로 형성된 하지층 (19) 을 막형성한 후, 프리 강자성층 (14) 을 그 위에 적층하고 있는데, 하지층 (19) 은 적당히 형성시키면 되고, 없어도 된다. 또한, 적층체 (18) 를 보호하기 위하여 보호층을 최상층인 반강자성층 (11) 위에 형성하여도 된다. 이와 같이 형성된 자기저항효과 소자 (B) 의 동작원리에 대하여는 도 1 에 나타내는 자기저항효과 소자 (A) 와 동일하다.

그리고, 도 1 에 나타낸 자기저항효과 소자 (A) 와 마찬가지로 프리 강자성층 (14) 의 비자성층 (13) 측에 Co 를 많이 함유시킨 합금구조로 하고, 비자성층 (13) 의 반대측으로 향함에 따라 Co 농도가 옮겨지는 농도 구배층으로 하여도 된다.

실시예 1

고주파 마그네트론 스퍼터 장치를 사용하여 Al_2O_3 막을 피복한 Si 기판 위에 복수의 타깃을 사용하여 Ta (50 Å)/PtMn (300 Å)/CoFe (30 Å)/Cu (22 Å)/CoFe (10 Å)/NiFe (70 Å)/Ta (50 Å) 의 적층구조로 되도록 스퍼터하여 적층체를 형성하고, 이어서 이하의 표 1 에 나타내는 조건으로 2 단계의 자계중 열처리를 실시하여 도 1 에 나타내는 자기저항효과 소자 (A) 를 제조하였다.

이 때 PtMn 은 $Pt_{48}Mn_{52}$ (at%) 의 조성, CoFe 는 $Co_{90}Fe_{10}$ (at%) 의 조성, NiFe 는 $Ni_{80}Fe_{20}$ 의 조성의 것을 사용하였다. 또한, 표 1 의 제 1 어닐링 자계방향은 도 3(A) 의 a_1 방향으로 자계를 인가하면서 어닐링하는 것을 의미하고, 제 2 어닐링 자계방향은 도 3(B) 의 b_1 방향으로 자계를 인가하면서 어닐링하는 것을 의미한다.

[표 1]

제 1 어닐링 조건과 어닐링 후의 특성				
어닐링온도, 인가자 계	ΔMR (%)	H_{ex} (Oe)	H_{ci} (Oe)	Free 층의 자화 용이축 방향
210°C× 4HR, 2kOe	7.7	500	4	제 1 어닐링 자계방향
230°C× 4HR, 2kOe	7.5	700	3	제 1 어닐링 자계방향
	7.5	700	3	제 1 어닐링 자계방향
	7.5	700	3	제 1 어닐링 자계방향
	7.5	700	3	제 1 어닐링 자계방향
	7.5	700	3	제 1 어닐링 자계방향
250°C× 2HR, 2kOe	7.5	700	3	제 1 어닐링 자계방향
제 2 어닐링 조건과 어닐링 후의 특성				
어닐링온도, 인가자 계	ΔMR (%)	H_{ex} (Oe)	H_{ci} (Oe)	Free 층의 자화 용이축 방향
200°C× 2HR, 50 Oe	7.6	500	≤ 0.5	제 2 어닐링 자계방향
100°C× 2HR, 50 Oe	7.4	700	3	제 1 어닐링 자계방향 (비교예)
180°C× 2HR, 50 Oe				
200°C× 2HR, 50 Oe	7.5	680	≤ 0.5	제 2 어닐링 자계방향
220°C× 2HR, 50 Oe	7.4	720	≤ 0.5	제 2 어닐링 자계방향
200°C× 2HR, 100 Oe	7.4	680	≤ 0.5	제 2 어닐링 자계방향
200°C× 2HR, 200 Oe	7.5	700	≤ 0.5	제 2 어닐링 자계방향
	7.4	660	≤ 0.5	제 2 어닐링 자계방향
200°C× 2HR, 50 Oe	7.3	700	≤ 0.5	제 2 어닐링 자계방향

: Si 기판/알루미나/Ta 50Å/PtMn 300 Å/CoFe 30Å/Cu 22Å/CoFe 10Å/NiFe 70Å/Ta 50Å

표 1 에 나타내는 각시료의 ΔMR (저항 변화율), H_{ex} (핀고정 강자성층의 교환결합자계), H_{ci} (도 3 의 a 방향의 프리 강자성층의 보자력, 즉 자기매체로부터의 누설자계, 도 1 의 Z 방향의 보자력) 의 값으로부터 밝혀지는 바와 같이, 제 1 어닐링 자계방향과 제 2 어닐링 자계방향을 90 도 바꾸어 실시한 시료에 있어서는 자계방향을 바꾸지 않고 처리한 비교예 시료에 비하여 ΔMR , H_{ex} 의 값은 동일하면서도 H_{ci} 의 값이 작아져 있는 것이 명백하다. 이 H_{ci} 의 값이 작아지면 자기기록매체로부터의 누설자계에 의해 프리 강자성층의 자화의 회전이 이루어지는 경우에 자화의 회전이 높은 안정성을 가지고 이루어진다. 또한, H_{ci} 의 값을 작게함으로써 하드 바이어스 구조에 의해 인가하는 바이어스를 작게 할 수 있으므로 출력력을 향상시킬 수 있다.

고주파 마그네트론 스퍼터 장치를 사용하여 Al_2O_3 막을 피복한 Si 기판 위에 복수의 타깃을 사용하여 Ta (50Å)/PtMn (200Å)/CoFe (30Å)/Cu (22Å)/CoFe (10Å)/NiFe (70Å)/CoFe (10Å)/Cu (22Å)/CoFe (30Å)/PtMn (200Å)/Ta (50Å) 의 적층구조로 되도록 스퍼터하여 적층체를 형성하고, 이어서 이하의 표 2 에 나타내는 조건으로 2 단계의 자계중 열처리를 실시하여 자기저항효과 소자 시료를 제조하였다.

[표 2]

제 1 어닐링 조건과 어닐링 후의 특성				
어닐링온도, 인가자 계	ΔMR (%)	H_{ex} (Oe)	H_{ci} (Oe)	Free 층의 자화 용이축 방향
210°C× 4HR, 1kOe	10.5	400	4	제 1 어닐링 자계방향
230°C× 4HR, 2kOe	10.3	600	3	제 1 어닐링 자계방향
250°C× 2HR, 4kOe	10.0	600	4	제 1 어닐링 자계방향
제 2 어닐링 조건과 어닐링 후의 특성				

어닐링온도, 인가자 계	ΔMR (%)	H_{ex} (Oe)	H_{cf} (Oe)	Free 층의 자화 용이축 방향
200℃× 2HR, 100 Oe	10.4	440	≤ 0.5	제 2 어닐링 자기방향
200℃× 2HR, 100 Oe	10.2	600	≤ 0.5	제 2 어닐링 자기방향
200℃× 2HR, 100 Oe	10.1	580	≤ 0.5	제 2 어닐링 자기방향

: Si 기판/알루미나/Ta 50 Å/PtMn 200 Å/CoFe 30 Å/Cu 22 Å/CoFe 10 Å/NiFe 70 Å/CoFe 10 Å/Cu 22 Å/CoFe 30 Å/PtMn 200 Å/Ta 50 Å

표 2 에 나타내는 각시료의 ΔMR , H_{ex} , H_{cf} 의 값으로부터 밝혀지는 바와 같이, 이 시료의 구조에서도 제 1 어닐링 자기방향과 제 2 어닐링 자기방향을 90 도 바꾸어 실시한 시료에 있어서는 표 1 의 시료와 동일한 H_{cf} 의 값으로 되어 있는 것이 명백하다. 따라서, 이 예의 적층구조에서도 자화의 회전이 높은 안정성을 가지고 이루어지고, 하드 바이어스를 작게 할 수 있으므로 출력을 향상시킬 수 있다.

또한, 표 2 에 나타내는 구조에서는 Ta (50 Å) 상의 PtMn (200 Å) 와 Ta (50 Å) 하의 PtMn (200 Å) 이 모두 핀고정 강자성층으로 이루어지고, 두 개의 Cu (22 Å) 사이에 끼워진 CoFe (10 Å)/NiFe (70 Å)/CoFe (10 Å) 가 프리 강자성층을 구성하는 듀얼 타입의 구조로서, 이 구조로 하는 편이 표 1 에 나타내는 구조보다 높은 ΔMR 을 얻을 수 있는 것도 명백해졌다.

도 4 와 도 5 는 표 1 에 나타낸 시료에 있어서, 표 1 의 어닐링 (230 ℃ × 4 시간, 2k Oe) 후에 얻어진 시료의 R-H 커브의 메이저 루프 (핀고정 강자성층의 R-H 커브) 와 마이너 루프 (프리 강자성층의 R-H 커브) 를 나타내고, 도 6 과 도 7 은 제 2 어닐링 (200 ℃ × 2 시간, 100 Oe) 후에 얻어진 시료의 R-H 커브의 메이저 루프 (핀고정 강자성층의 R-H 커브) 와 마이너 루프 (프리 강자성층의 R-H 커브) 를 나타낸다.

도 4 내지 도 7 에 나타내는 결과로부터, 2 단계의 어닐링을 실시함으로써, 프리 강자성층의 보자력이 작아져 있는 것이 명료하게 되었다.

실시예 2

이어서, 실시예 1 과 동일하게 하여, Ta (50 Å)/NiFe (70 Å)/CoFe (10 Å)/Cu (25 Å)/CoFe (30 Å)/PtMn (300 Å)/Ta (50 Å) 의 적층구조로 되도록 스퍼터하여 적층체를 형성하고, 이어서 표 3 에 나타내는 조건으로 2 단계의 자기중 열처리를 실시하여 도 2 에 나타내는 자기저항효과 소자 (B) 를 제조하였다. 이 때의 PtMn, CoFe, NiFe 의 조성은 실시예 1 과 동일하다.

[표 3]

제 1 어닐링 조건과 어닐링 후의 특성				
어닐링온도, 인가자 계	ΔMR (%)	H_{ex} (Oe)	H_{cf} (Oe)	Free 층의 자화 용이축 방향
230℃× 10HR, 2kOe	6.5	700	3	제 1 어닐링 자기방향
250℃× 10HR, 2kOe	6.0	800	4	제 1 어닐링 자기방향
제 2 어닐링 조건과 어닐링 후의 특성				
어닐링온도, 인가자 계	ΔMR (%)	H_{ex} (Oe)	H_{cf} (Oe)	Free 층의 자화 용이축 방향
250℃× 3HR, 50 Oe	6.2	650	≤ 0.5	제 2 어닐링 자기방향
270℃× 3HR, 50 Oe	5.8	700	≤ 0.5	제 2 어닐링 자기방향

표 2 에 나타내는 각시료의 ΔMR , H_{ex} (핀고정 강자성층의 교환결합자기), H_{cf} (프리 강자성층의 보자력, 즉 자기매체로부터의 누설자기, 도 2 의 Z 방향의 보자력) 의 값으로부터 밝혀지는 바와 같이, 제 1 어닐링 자기방향과 제 2 어닐링 자기방향을 90 도 바꾸어 실시한 시료에 있어서는 자기방향을 바꾸지 않고 어닐링한 비교에 시료에 비하여 ΔMR , H_{ex} , H_{cf} 의 값이 작아져 있는 것이 명백하다. 따라서, 실시예 1 과 마찬가지로 H_{cf} 의 값을 작게 함으로써 하드 바이어스 구조에 의해 인가하는 바이어스를 작게 할 수 있으므로 출력을 향상시킬 수 있다.

발명의 효과

이상 설명한 바와같이, 본 발명에 따라 제조되는 자기저항효과 소자에 의하면, 자기저항효과와 교환결합자기 등의 필요한 특성을 열화시키지 않으면서 제 1 자성층의 보자력을 낮게 할 수 있고, 출력의 향상과 안정성의 향상 및 자기저항효과 소자에 필요한 하드 바이어스의 바이어스량 저감을 도모할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

자화가 외부의 자기장에 대하여 자유롭게 반전하는 9-6의 프리 강자성층과 비자성층과 자화반전이 핀고정

된 핀고정 강자성층을 구비하는 적층체를 형성하고, 상기 프리 강자성층과 핀고정 강자성층을 그들의 자화 용이축 방향을 변경하기 위하여 필요한 열처리 조건이 다른 것으로 함과 동시에, 제 1 방향으로 자계를 부여하여 소정의 온도로 제 1 어닐링을 행하고, 그 후 제 1 방향과 대략 직교하는 제 2 방향으로 자계를 인가하여 제 2 어닐링을 행하여, 상기 프리 강자성층의 자화 용이축과 핀고정 강자성층의 자화 용이축을 대략 직교시키는 자기저항효과 소자의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 방향의 자계를 제 1 방향의 자계보다 작은 자계로 하거나, 또는 인접하는 반강자성층에 의해 자화를 핀고정된 핀고정 강자성층의 교환결합자계보다 작은 자계로 하는 자기저항효과 소자의 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 방향의 자계를 1 k Oe ~ 4 k Oe, 상기 제 2 방향의 자계를 50 ~ 400 Oe 로 하는 자기저항효과 소자의 제조방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 어닐링의 유지온도를 210 ~ 250 °C, 제 2 어닐링의 유지온도를 반강자성층의 블로킹 온도 이하로 하는 자기저항효과 소자의 제조방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 제 2 어닐링의 유지온도를 150 ~ 250 °C 로 하는 자기저항효과 소자의 제조방법.

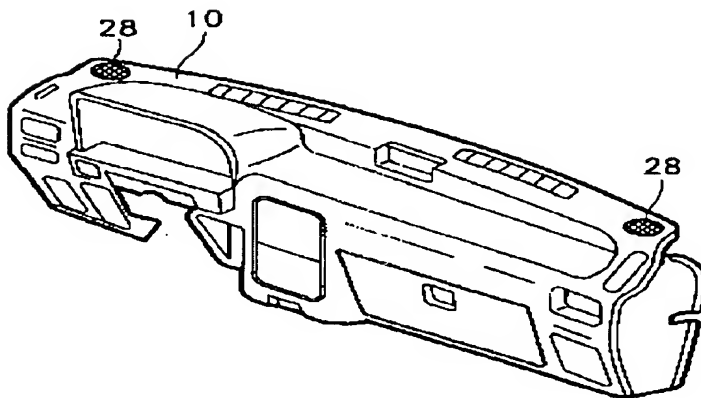
청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 프리 강자성층을 NiFe, CoFe, Co 합금 중 어느 하나로 형성하고, 상기 비자성층을 Cu, CuAu, CuNi 중 어느 하나로 형성하고, 상기 핀고정 강자성층을 NiFe, CoFe, Co 중 어느 하나로 형성하고, 상기 핀고정 강자성층을 PtMn, NiMn, IrMn, RhMn, PdMn, RuMn 중 어느 하나로 이루어지는 반강자성층과 인접시켜 형성하는 자기저항효과 소자의 제조방법.

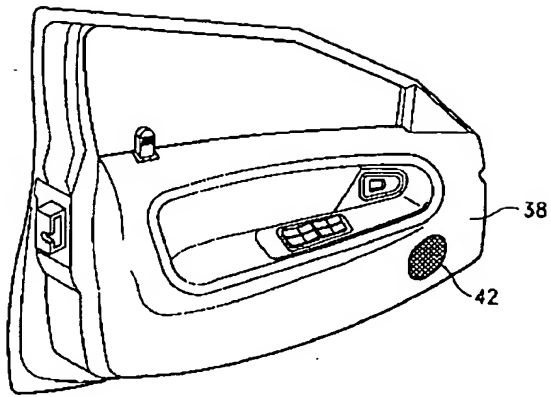
도면

도면1

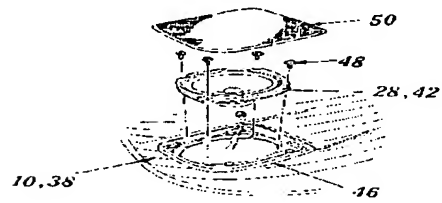
도면2



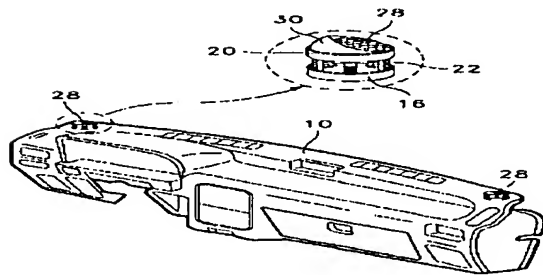
도면3



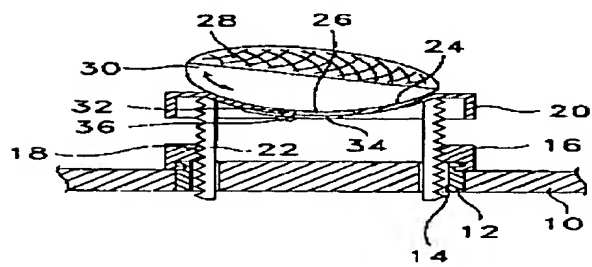
도면4



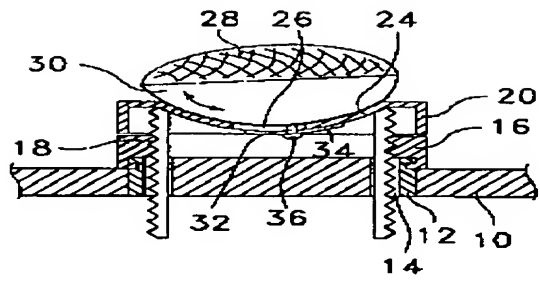
도면5



도면6



도면7



도면8

